

明細書

無線光融合通信システムにおける周波数変換方法及び基地局

技術分野

5 本発明は、光ファイバ伝送と無線通信を融合させた無線光融合通信システムに関し、より詳しくは、該無線通信システムにおいて無線周波数を切り換える技術に係るものである。

背景技術

10 従来から本件出願人らの研究等により、光ファイバ伝送と無線通信を融合させた無線光融合通信システムが提案されている。特に本願出願人らの方式では、異なる波長からなる第1及び第2のレーザ光源を用いて光信号を発生させ、中間周波数帯信号によって第1の光信号をキャリア非抑圧型の単側波帯（SSB）光変調信号や両側波帯（DSB）光変調信号に変調すると共に、それを第2の光信号と共に混合して送信する。

15 そして、無線通信経路では、光信号を光電気変換して無変調キャリアと無線変調信号を生成し、受信の際に両者の乗積成分を生成することで中間周波数帯変換信号を取り出して信号を復調するものである。

20 このような自己ヘテロダイン伝送方式によれば、受信信号を安定的に再生でき、しかも基地局からアンテナ局まで光ファイバ伝送により数km程度の距離を低損失に送信できる特徴があり、好適な通信システムを実現できる。

25 図10は、本方式による無線光融合通信システムの構成図である。図に示すように基地局（100）、リモートアンテナ局（110）、受信端末（120）から成り、基地局（100）とリモートアンテナ局（110）の間は光ファイバ伝送路（130）、リモートアンテナ局（110）と受信端末（120）の間は無線伝搬路（131）で接続されている。

基地局（100）には発振周波数 f_1 (Hz) で单一モード発振する第1レー

ザ光源（101）と、同様に発振周波数 f_2 (Hz) で発振する第2レーザ光源（102）と共に、送信する情報信号データで変調された中間周波数帯変調信号を発生する中間周波数帯信号発生器（103）が設けられる。

そして、中間周波数帯信号発生器（103）で発生した中間周波数 f_m (Hz) の中間周波数帯信号を、変調信号として基地局（100）内の光変調器（104）に入力し、上記第1レーザ光源（101）からの第1光信号は、該光変調器（104）において変調された信号光となる。なお、本構成では光変調器（104）としてキャリア抑圧型の光単側波帯（光SSB）変調器を用いるため、キャリア残留型のイメージ抑圧信号を得る。

また、第2レーザ光源（102）からの第2光信号は無変調のまま光混合器（105）に入力し、前記光変調器（104）からの光信号と混合されるので、光ファイバ伝送路（130）における光スペクトラム（140）は図のようになる。すなわち、周波数 f_2 (Hz) の第2光信号（141）、周波数 f_1 (Hz) の第1光信号（142）、周波数 $f_1 + f_m$ (Hz) の変調信号（143）から構成される。

光ファイバ伝送路（130）を介して接続されたリモートアンテナ局（110）では受信した光信号は光電気変換器（111）により自乗検波され、増幅器（112）で増幅された後にアンテナ（113）から空中に放射される。

このときの無線信号のスペクトラム（144）は図の通りであり、キャリア周波数が $f_1 - f_2$ (Hz)（例えばミリ波周波数）のイメージ抑圧型信号である。

本方式によると、リモートアンテナ局（110）に下側波帯のみを除去する無線周波数帯フィルタや、受信端末（120）に発振器などが不要であり、低コスト化が図られる。

受信端末（120）では、アンテナ（121）により前記信号を受信して図示しない増幅器やバンドパスフィルタを介し、検波器（122）で自乗検波して、信号復調器（123）へ送る。無線信号（144）の無変調キャリア（145）と無線変調信号成分（146）の2成分の乗積成分が

生成されることで、中間周波数帯信号が再生される。該中間周波数帯信号を、信号復調器（123）に入力することにより、復調され、情報信号データを取り出すことができる。

ところで、このような無線光融合通信システムをマルチセル環境に導入するためには、周波数の繰り返し利用と、隣接セル間干渉の観点から無線周波数チャネルを変更することが望ましいが、従来このような無線周波数チャネルを切り換える方式は提案されていなかった。

本発明は、上記従来技術の有する問題点に鑑みて創出されたものであり、簡便にかつ高速に無線周波数チャネルを切り換える技術を提供することを目的とする。

発明の開示

上記目的を達成するために、本発明による周波数変換方法は次の特徴を備える。

すなわち、請求項1に記載の発明は、無線変調信号を基地局で生成し、該無線変調信号を電気光変換することで変調形態を維持したまま光信号に変換してリモートアンテナ局まで光ファイバ伝送し、該リモートアンテナ局では該伝送された光信号を光電気変換することで無線変調信号を取り出してアンテナより無線送信する無線光融合通信システムに係る。

そして、該システムにおける基地局が、異なる周波数の光信号を発生する第1光源及び第2光源と、中間周波数帯で変調信号を生成する中間周波数帯信号発生手段と、該中間周波数帯信号で該第1光源からの光信号をキャリア非抑圧型の単側波帯（SSB）光変調信号、もしくは両側波帯（DSB）光変調信号に変調する変調器と、該変調された光信号と該第2光源からの光信号とを混合して光送信する光混合器とを少なくとも備える構成を用いる。

本発明は、該構成において、第1光源・第2光源からの光信号の両方又はいずれかの周波数について、両光信号の周波数の差が所望の無線変調信号周波数になるように調整することにより、リモートアンテナ局で取り出

される無線変調信号の周波数チャネルを切り換えることを特徴とするものである。

また、請求項 2 に記載の周波数変換方法は、第 1 光源・第 2 光源の少なくともいずれかの後段に、光周波数シフタを挿入して、当該光源からの光信号の周波数をシフトさせるものである。

請求項 3 に記載の発明によると、上記請求項 2 の光周波数シフタが、メインマッハツエンダの中に 2 つのサブマッハツエンダを含む光導波路を備え、周波数シフト量を決定する所定の周波数の発振信号で駆動する構成において、印可する電圧を変じて各導波路間で所定の位相差を生じさせることにより前記発振信号周波数に応じた周波数シフトを行うことを特徴とする。

請求項 4 に記載の周波数変換方法では、前記所定の位相差について、サブマッハツエンダの導波路間位相差を $+\pi$ 若しくは $-\pi$ に設定する一方、メインマッハツエンダの導波路間位相差が $+\pi/2$ と $-\pi/2$ とで反転するように電圧を印加することにより、光源からの光信号の周波数から上側波帯成分及び下側波帯成分にそれぞれ上記所定の周波数分だけシフトさせ、該所定の周波数の 2 倍に相当する周波数シフト量を得ることができる。

あるいは、請求項 5 に記載のように、所定の位相差について、メインマッハツエンダの導波路間位相差を $+\pi/2$ 若しくは $-\pi/2$ に設定する一方、サブマッハツエンダの導波路間位相差が $+\pi$ と $-\pi$ とで反転するように電圧を印加することにより、光源からの光信号の周波数から上側波帯成分及び下側波帯成分にそれぞれ上記所定の周波数分だけシフトさせ、該所定の周波数の 2 倍に相当する周波数シフト量を得ることもできる。

請求項 6 の発明では、前記印加する電圧を所定のパルス周波数・パルスパターン・パルス電圧にしたパルス列で構成し、前記無線変調周波数をホッピングさせることを特徴とする。

周波数ホッピングの別態様として、請求項 7 のように、前記周波数シフト量を決定する所定の周波数の発振信号において、該周波数をホッピングさせることにより前記無線変調周波数をホッピングさせることもできる。

本発明では、上記のような無線光融合通信システムにおける周波数変換方法を備えた基地局を提供することもできる。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明による無線光融合通信システムの構成図である。

5 第2図は、光ファイバ伝送路における光スペクトラムである。

第3図は、無線変調信号におけるスペクトラムである。

第4図は、受信器における受信パワーの特性図である。

第5図は、本発明における光周波数シフタの平面図である。

第6図は、本発明における光周波数シフタのa-a'断面図である。

10 第7図は、本発明における光周波数シフタのb-b'断面図である。

第8図は、各光導波路における光成分の様子を示した図である。

第9図は、各光導波路における光成分の様子を示した図である。

第10図は、従来の構成における無線光融合通信システムの構成図である。

15 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の最良と考えられる実施形態を、図面に示す実施例を基に説明する。なお、実施形態は下記に限定されるものではない。

図1に本発明に係る無線光融合通信システムの全体構成を示す。図10に示した構成と基本的な要素は同一であり、すなわち基地局(10)、リモートアンテナ局(20)、受信端末(30)が、それぞれ光ファイバ伝送路(40)、無線伝搬路(41)で接続されている。

前述同様、基地局(10)には発振周波数 f_1 (Hz)で单一モード発振する第1レーザ光源(11)と、同様に発振周波数 f_2 (Hz)で発振する第2レーザ光源(12)、中間周波数帯信号発生器(13)、キャリア抑圧型の光単側波帯(光SSB)変調器(14)が配設される他、本発明では新たに第2レーザ光源(12)の直後段に光周波数シフタ(15)を設けている。

リモートアンテナ局(20)及び受信端末(30)の構成は図10の構成と同一である。リモートアンテナ局(20)には受信した光信号を自乗

検波する光電気変換器（21）、増幅器（22）、アンテナ（23）を、受信端末（30）にはアンテナ（31）や、図示しない増幅器やバンドパスフィルタ、検波器（32）、信号復調器（33）を設けている。

本発明は、無線伝搬路における無線周波数を切り換える技術を創出したものであり、本発明に係る自己ヘテロダイン伝送方式の利点を生かし、レーザ光源（11）（12）の光周波数を変化させるだけで無線周波数を切り換えることを提案する。

すなわち、本発明では無線周波数として主にミリ波帯を想定しているが、ミリ波帯の機器は高額であり、特に高安定な機器は開発が困難である問題があり、高速かつ安定的に無線周波数チャネルを切り換える技術が必要であった。

自己ヘテロダイン伝送方式によれば、2つのレーザ光源における光周波数の差が無線伝搬路における無線周波数となるため、ミリ波帯機器を用いることなく無線周波数チャネルを切り換えることが可能となる。本発明はこの特徴に着目してなされたものであり、これまで自己ヘテロダイン伝送方式のシステムで提案されていなかった、光周波数を変化させることを提案するものである。

従って、最もシンプルな実施態様としては、第1レーザ光源（11）又は第2レーザ光源（12）のいずれかの発振周波数を変化させることが考えられる。発振周波数 f_1 (Hz) - 発振周波数 f_2 (Hz) が無線周波数チャネルとなるため、例えば第1レーザ光源（11）の発振周波数を高めれば無線周波数も高くなり、チャネルを切り換えることが可能である。

これを図2、図3を用いて説述すると、図2は光ファイバ伝送路（40）における光スペクトラムであり、光混合器（18）により混合された後では、周波数 $f_1 + f_m$ (Hz) の変調信号（42）、周波数 f_1 (Hz) 及び周波数 f_2 (Hz) の発振信号（43）（44）の周波数分布になる。変調信号（42）と発振信号（43）はそれぞれ無線伝搬路におけるミリ波周波数分、中間周波数分だけ離れているため、発振信号（44）が例えば f_s (Hz) シフトするとそれに伴って同量だけシフトする。

そして、無線伝搬路（41）では、図3に示すようにミリ波帯においてキャリア成分（45）と変調信号成分（46）が伝搬し、この時のミリ波帯における周波数も、同様に f_s (Hz) シフトすることになる。すなわち、光周波数シフタで与えられるシフト量に応じて、キャリア成分+信号成分を任意にシフトさせる。

さて、受信パワー特性は、図3に示すように、マルチパス環境では、同じ情報を含む複数の電波が同時に受信端末へ到達するため、受信信号の位相関係によっては、受信パワー（PW）が大幅に減衰するといった課題がある。特に、ミリ波のような高い周波数の無線信号は、送信アンテナー受信端末間の距離（D）を僅かに変えるだけで受信信号の位相関係が簡単に変わり受信パワー劣化が起こる場合があるため、シームレスな通信が困難となる。しかし、無線キャリア周波数を高速ホッピングし、同一情報を含み距離特性の異なる受信信号を合成することにより、等価的にどの距離で信号を受信しても、受信パワーの劣化を抑えることが可能となる。

ところで、現今の技術によると、半導体レーザの発振周波数を変更するためには、温度制御を高精度に行うか、レーザ共振器長を高精度に機械制御する必要があり、必ずしも容易とは言えないため、最適な実施態様としては、第2レーザ光源（12）や第1レーザ光源（11）の直後段に光周波数シフタ（15）を挿入する構成を提案する。

光周波数シフタ（15）の構成について、図5に平面図を、図6に断面a-a'における断面図を、図7に断面b-b'における断面図をそれぞれ示しながら説述する。本光周波数シフタ（15）は、ニオブ酸リチウムを用いて作製されるX-cut LN変調器と呼ばれ、メインマッハツエンダ（MMZ）（50）の中に、2つのサブマッハツエンダ（SMZ）（60）（70）を入れ込んだ光導波路と、RF+DC電極（Hot）を2ポート（61）（71）及びDC電極（Hot）を1ポート（51）から構成されている。なお、RF+DC電極は1つのポートにせず、サブマッハツエンダ内でRF電極とDC電極の2つのポートに直列して配置してもよい。

図6及び図7に示されるように、サブマッハツエンダ（60）（70）に

において、RF+DC電極（61）（71）の両側には基板全面に形成されているGND電極（62）が位置するため、RF+DC電極（61）とGND電極（62a）、以下同様にRF+DC電極（61）とGND電極（62b）、RF+DC電極（71）とGND電極（62b）、RF+DC電極（71）とGND電極（62c）にはそれぞれRF+DC電極からGND電極に向けた電界が生じる。このとき、電極間の基板内に設けられた光導波路（63）（64）間で光位相差 π を、光導波路（72）（73）間でも同様に光位相差 π をそれぞれ生じるようにDC電圧を印加する。

DC電圧は光周波数シフタ（15）に接続したDC電源器（16）によって行い、上記RF+DC電極（61）（71）、後述するDC電極（51）の3つの電極にそれぞれ独立した電圧を印加することができる。

さらに、RF+DC電極（61）（71）からは、シフトさせる周波数に対応するRF周波数 f_s （Hz）のRF発振信号を入力し、第2レーザ光源（12）からの発振周波数 f_2 （Hz）が f_s （Hz）だけシフトした光成分を生成するようとする。なお、RF発振信号は、光周波数シフタ（15）に接続したマイクロ波発振器（17）によって生成する。

また、メインマッハツェンダ（50）は図7のように、中央にDC電極（51）を配し、その両側にはGND電極（62d）（62e）が位置し、その間には上記光導波路（63）（64）が合成された光導波路（52）、光導波路（72）（73）が合成された光導波路（53）がそれぞれ基板内に設けられている。

DC電極（51）からは電圧を印加し、 f_s （Hz）だけシフトした上記発振周波数を上側波帯にシフト（すなわち $+f_s$ だけ周波数シフト）または、下側波帯にシフト（ $-f_s$ だけ周波数シフト）する。すなわち、上側波帯シフト時および下側波帯シフト時にそれぞれ、光導波路W1（52）及び光導波路W2（53）に下記表のような誘導位相量を生じさせる電圧をDC電極（51）から印加する。

光導波路	上側波帶シフト時	下側波帶シフト時
W1 (5 2)	$-\pi/4$	$+\pi/4$
W2 (5 3)	$+\pi/4$	$-\pi/4$

以下、さらに詳述する。

図8の(a)～(g)及び図9の(a)～(g)はそれぞれ、光導波路(6 3), (6 4), (7 2), (7 3), (5 2), (5 3)、および光導波路(5 2) (5 3)を合成した光導波路(5 4)における光成分を示した図である。図8は、上側波帶シフト時のものであり、(a)は光導波路(6 3)、(b)は光導波路(6 4)、(c)は光導波路(7 2)、(d)は光導波路(7 3)、(e)は光導波路(5 2)、(f)は光導波路(5 3)、(g)は光導波路(5 4)における光成分を示す図である。また、図9は、下側波帶シフト時のものであり、(a)は光導波路(6 3)、(b)は光導波路(6 4)、(c)は光導波路(7 2)、(d)は光導波路(7 3)、(e)は光導波路(5 2)、(f)は光導波路(5 3)、(g)は光導波路(5 4)における光成分を示す図である

図示のように、RF+DC電極(6 1) (7 1)に入力するRF発信信号を調整することで、図8の光成分(a)と(b)、(c)と(d)、図9の光成分(a)と(b)、(c)と(d)ではそれぞれ位相が π 異なるようにする。

また、DC電極(5 1)の印加電圧を調整することにより、図8の光成分(e)と(f)では $\pi/2$ の位相差、図9の場合には光成分(e)と(f)では $-\pi/2$ の位相差となるように設定する。

この結果、出力側の光導波路(5 4)においては、図8の場合には光成分(g)のように $J+1$ の成分が強調されて印加したRF信号と同等の周波数安定性をもつシフト成分を取り出すことが可能となる。

一方、図9の場合には、光成分(g)のように図8の光成分(g)とは $J 0$ 成分を中心に左右反転した配置となるので、 $J-1$ 成分が強調される

ことになる。

以上のような構成により、光周波数シフタを用いてシフトを行う場合と行わない場合で入力した R F 周波数と等倍のシフト量を設定することも可能であるが、その他に 2 適倍のシフト量を得ることもできる。

5 すなわち、上記の原理を用いることにより、DC 電極（51）に印加する電圧が図 8 の場合と図 9 の場合になるように切り換えれば、図 2 のように R F 周波数 f_s の 2 倍の周波数シフト量を容易に得ることができる。

2 適倍シフトを実現することは、シフト周波数の高効率性のみならず、R F 周波数の上昇に伴う高 V π 化を抑制することができるので、通常周波数を変更するたびに必要となる光変調指数の調整を大幅に低減することができる。

10 周波数シフタ（15）は、第 1 レーザ光源（11）の直後段、光変調器（14）との間に設けることもできる。このように光源の直後とすることで光源の光量が大きく、変調スペクトルが無いため、シフト調整しやすい点でメリットがあるが、光変調器（14）の直後でもよい。

15 本発明の別な実施形態として、上記のようにメインマッハツエンダ（50）における印加電圧の調整により光導波路（52）（53）に与える位相差は $|\pi/2|$ と固定した上で、サブマッハツエンダ（60）（70）において、極性が反転するように構成しても同様の効果を得ることができる。

20 すなわち、上記では図 8 と図 9 においては両方のサブマッハツエンダ（60）（70）で共に π の位相差となるように設定したが、これを一方では $-\pi$ 、他方では $+\pi$ になるように設定し、メインマッハツエンダでは位相差を $|\pi/2|$ となるように設定してもよい。

25 さらに、別実施形態として、上記の DC 電源器（16）の代わりにパルス発生器を用いることができる。この場合、光周波数シフタを高速なパルス列で駆動することにより、パルス周波数・パルスパターン・パルス電圧に応じた高速な周波数ホッピングが無線信号に発生させることもできる。

このように周波数ホッピングすると、図 4 に示す受信端末（30）の受信パワー特性のように、周波数ダイバーシチ効果を得ることが出来るので、

マルチパス環境に強い耐性を有する。

周波数ホッピングを生じさせる方法としては、上記RF信号を発振するマイクロ波発振器（17）に代えて、公知のホッピングシンセサイザを用いる構成でもよい。本発明では周波数 f_s によりシフト量が変化するため、これをホッピングさせることでも、同様に無線周波数帯のキャリア成分と変調信号成分が共にホッピングするように構成できる。

以上の発明により次の効果を奏する。

すなわち、本発明によるとレーザ光源からの光周波数を変更することにより、任意に周波数の変換が可能であり、無線周波数チャネルを切り換えることができる。特に、光周波数シフタを用いると、光源において複雑な光周波数制御機能を搭載する必要がなく、高速かつ高安定な無線周波数チャネルの切り換えに寄与する。その際、光周波数シフタを駆動する回路にはミリ波帯仕様の部品を用いることがないため、回路の低コスト化を図ることもできる。

上述した2倍の周波数シフトを用いると、光周波数シフタに入力する発振信号として低周波数の入力信号でも、より大きな周波数チャネルの変更が可能である。

さらに、簡便に周波数ホッピングが実現できるため、無線伝搬路がマルチパス環境である場合に、周波数ダイバーシチ効果によって高品位な通信が可能となる。

産業上の利用可能性

無線周波数チャネルを切り替える方式の無線光融合通信システムに利用可能である。

請求の範囲

1. 無線変調信号を基地局で生成し、該無線変調信号を電気光変換することで変調形態を維持したまま光信号に変換してリモートアンテナ局まで光ファイバ伝送し、該リモートアンテナ局では該伝送された光信号を光電気変換することで無線変調信号を取り出してアンテナより無線送信する無線光融合通信システムにおいて、基地局が、異なる周波数の光信号を発生する第1光源及び第2光源と、中間周波数帯で変調信号を生成する中間周波数帯信号発生手段と、該中間周波数帯信号で該第1光源からの光信号をキャリア非抑圧型の単側波帯（S S B）光変調信号、もしくは両側波帯（D S B）光変調信号に変調する変調器と、該変調された光信号と該第2光源からの光信号とを混合して光送信する光混合器とを少なくとも備える構成を用い、該第1光源・該第2光源からの光信号の両方又はいずれかの周波数について、両光信号の周波数の差が所望の無線変調信号周波数になるように調整することにより、該リモートアンテナ局で取り出される無線変調信号の周波数チャネルを切り換えることを特徴とする無線光融合通信システムにおける周波数変換方法。
5
2. 前記周波数変換方法において、前記第1光源・前記第2光源の少なくともいずれかの後段に、光周波数シフタを挿入して、当該光源からの光信号の周波数をシフトさせる請求項1に記載の無線光融合通信システムにおける周波数変換方法。
10
3. 前記光周波数シフタが、メインマッハツエンダの中に2つのサブマッハツエンダを含む光導波路を備え、周波数シフト量を決定する所定の周波数の発振信号で駆動する構成において、印可する電圧を変じて各導波路間で所定の位相差を生じさせることにより前記発振信号周波数に応じた周波数シフトを行う請求項2に記載の無線光融合通信システムにおける周波数変換方法。
15

4. 前記所定の位相差について、サブマッハツエンダの導波路間位相差を $+\pi$ 若しくは $-\pi$ に設定する一方、メインマッハツエンダの導波路間位相差が $+\pi/2$ と $-\pi/2$ とで反転するように電圧を印加することにより、光源からの光信号の周波数から上側波帯成分及び下側波帯成分にそれぞれ上記所定の周波数分だけシフトさせ、該所定の周波数の2倍に相当する周波数シフト量を得る請求項3に記載の無線光融合通信システムにおける周波数変換方法。
5

5. 前記所定の位相差について、メインマッハツエンダの導波路間位相差を $+\pi/2$ 若しくは $-\pi/2$ に設定する一方、サブマッハツエンダの導波路間位相差が $+\pi$ と $-\pi$ とで反転するように電圧を印加することにより、光源からの光信号の周波数から上側波帯成分及び下側波帯成分にそれぞれ上記所定の周波数分だけシフトさせ、該所定の周波数の2倍に相当する周波数シフト量を得る請求項3に記載の無線光融合通信システムにおける周波数変換方法。
10

15 6. 前記印加する電圧を所定のパルス周波数・パルスパターン・パルス電圧にしたパルス列で構成し、前記無線変調周波数をホッピングさせる請求項3ないし5のいずれかに記載の無線光融合通信システムにおける周波数変換方法。

7. 前記周波数シフト量を決定する所定の周波数の発振信号において、該周波数をホッピングさせることにより前記無線変調周波数をホッピングさせる請求項3ないし5のいずれかに記載の無線光融合通信システムにおける周波数変換方法。
20

8. 無線変調信号を基地局で生成し、該無線変調信号を電気光変換することで変調形態を維持したまま光信号に変換してリモートアンテナ局まで光ファイバ伝送し、該リモートアンテナ局では該伝送された光信号を光電気変換することで無線変調信号を取り出してアンテナより無線送信する無線光融合通信システムにおける基地局であって、
25

異なる周波数の光信号を発生する第1光源及び第2光源と、中間周波数帯で変調信号を生成する中間周波数帯信号発生手段と、該中間周波数帯信号で該第1光源からの光信号をキャリア非抑圧型の単側波帯（SSB）光変調信号、もしくは両側波帯（DSB）光変調信号に変調する変調器と、該変調された光信号と該第2光源からの光信号とを混合して光送信する光混合器と共に、該第1光源・該第2光源からの光信号の両方又はいずれかの周波数について、両光信号の周波数の差が所望の無線変調信号周波数になるように調整可能な調整手段を備えたことを特徴とする無線光融合通信システムにおける基地局。

10 9. 前記基地局において、前記第1光源・前記第2光源の少なくともいずれかの後段に、光周波数シフタを挿入して、当該光源からの光信号の周波数をシフトさせる請求項8に記載の無線光融合通信システムにおける基地局。

15 10. 前記光周波数シフタが、メインマッハツェンダの中に2つのサブマッハツェンダを含む光導波路と共に、該各サブマッハツェンダには周波数シフト量を決定する所定の発振信号及び印加電圧を入力する電極と、メインマッハツェンダには所定の印加電圧を入力する電極とを備え、周波数シフト量を決定する所定の周波数の発振信号で駆動する構成において、印可する電圧を変じて各導波路間で所定の位相差を生じさせることにより前記発振信号周波数に応じた周波数シフトを行う請求項9に記載の無線光融合通信システムにおける基地局。

20 11. 前記所定の位相差について、サブマッハツェンダの導波路間位相差を $+\pi$ 若しくは $-\pi$ に設定する一方、メインマッハツェンダの導波路間位相差が $+\pi/2$ と $-\pi/2$ とで反転するように電圧を印加することにより、光源からの光信号の周波数から上側波帯成分及び下側波帯成分にそれぞれ上記所定の周波数分だけシフトさせ、該所定の周

25

波数の2倍に相当する周波数シフト量を得る請求項10に記載の無線光融合通信システムにおける基地局。

12. 前記所定の位相差について、メインマッハツェンダの導波路間位相差を $+\pi/2$ 若しくは $-\pi/2$ に設定する一方、サブマッハツェンダの導波路間位相差が $+\pi$ と $-\pi$ とで反転するように電圧を印加することにより、光源からの光信号の周波数から上側波帯成分及び下側波帯成分にそれぞれ上記所定の周波数分だけシフトさせ、該所定の周波数の2倍に相当する周波数シフト量を得る請求項10に記載の無線光融合通信システムにおける基地局。
5

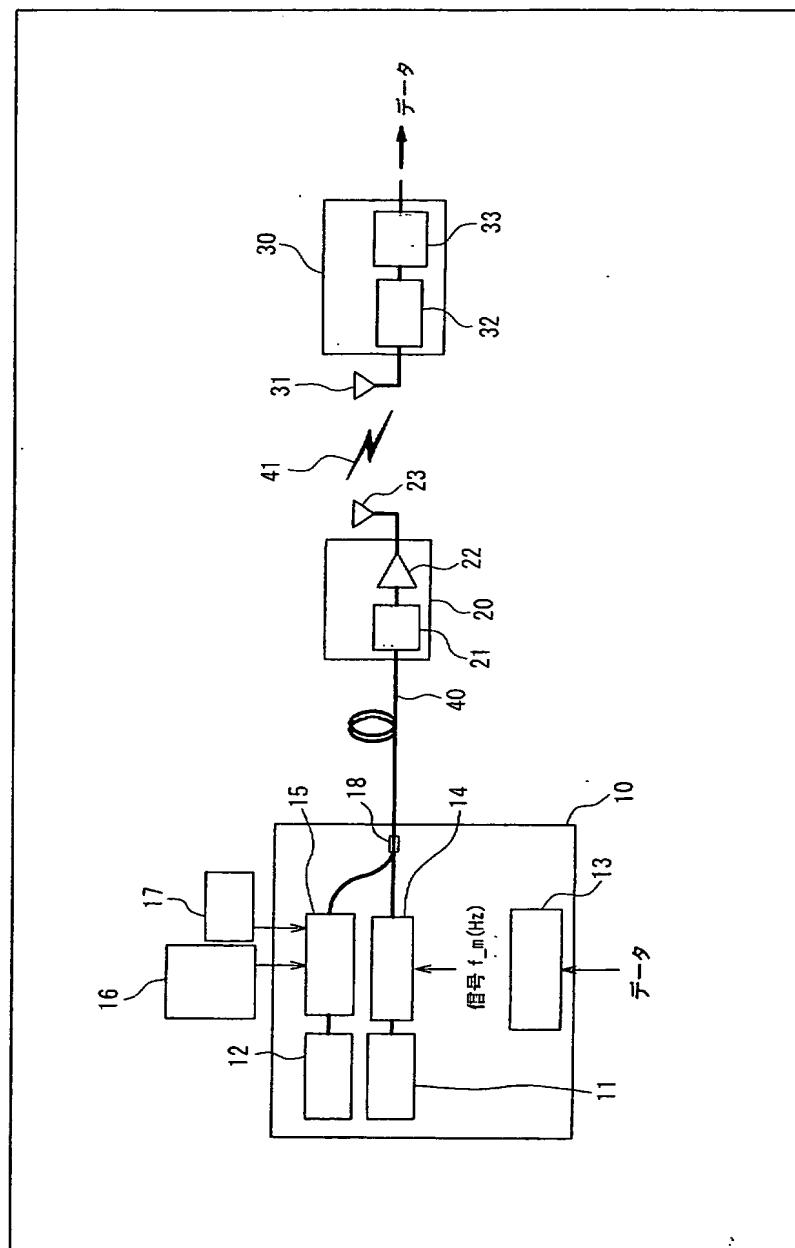
13. 前記印加する電圧を所定のパルス周波数・パルスパターン・パルス電圧にしたパルス列で構成し、前記無線変調周波数をホッピングさせる請求項10ないし12のいずれかに記載の無線光融合通信システムにおける基地局。
10

14. 前記周波数シフト量を決定する所定の周波数の発振信号において、該周波数をホッピングさせることにより前記無線変調周波数をホッピングさせる請求項10ないし12のいずれかに記載の無線光融合通信システムにおける基地局。
15

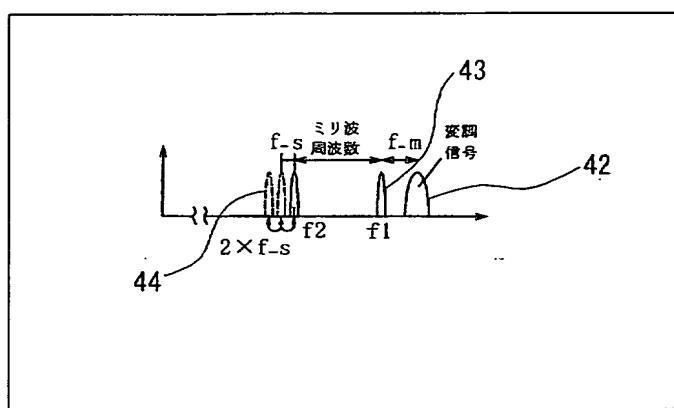
要約書

光ファイバ伝送路と無線伝搬路を融合した無線光融合通信システムにおいて、基地局において第1光源及び第2光源と、中間周波数帯で変調信号を生成する中間周波数帯信号発生手段と、該中間周波数帯信号で該第1光源からの光信号をSSB光変調信号に変調する変調器と、変調された光信号と第2光源からの光信号とを混合して光送信する光混合器とを用い、いずれかの光信号の周波数について、その差が所望の無線変調信号周波数になるように調整し、無線伝搬路における無線変調信号の周波数チャネルを切り換える。
5

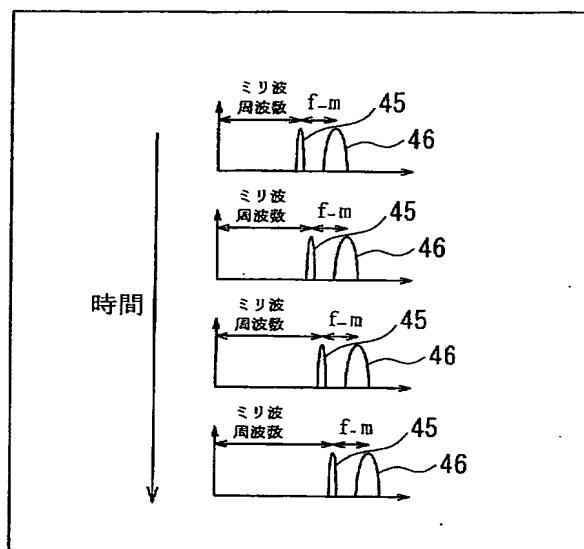
第1図



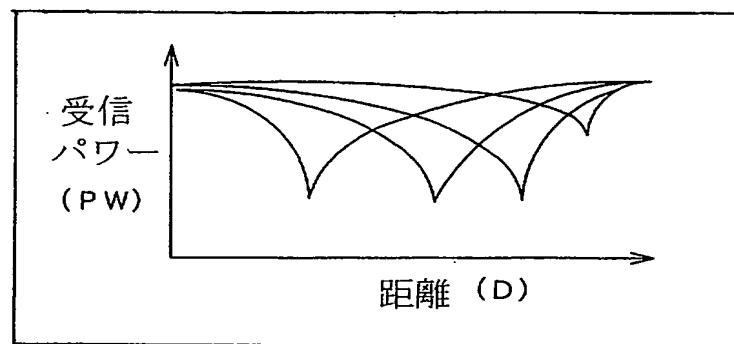
第2図



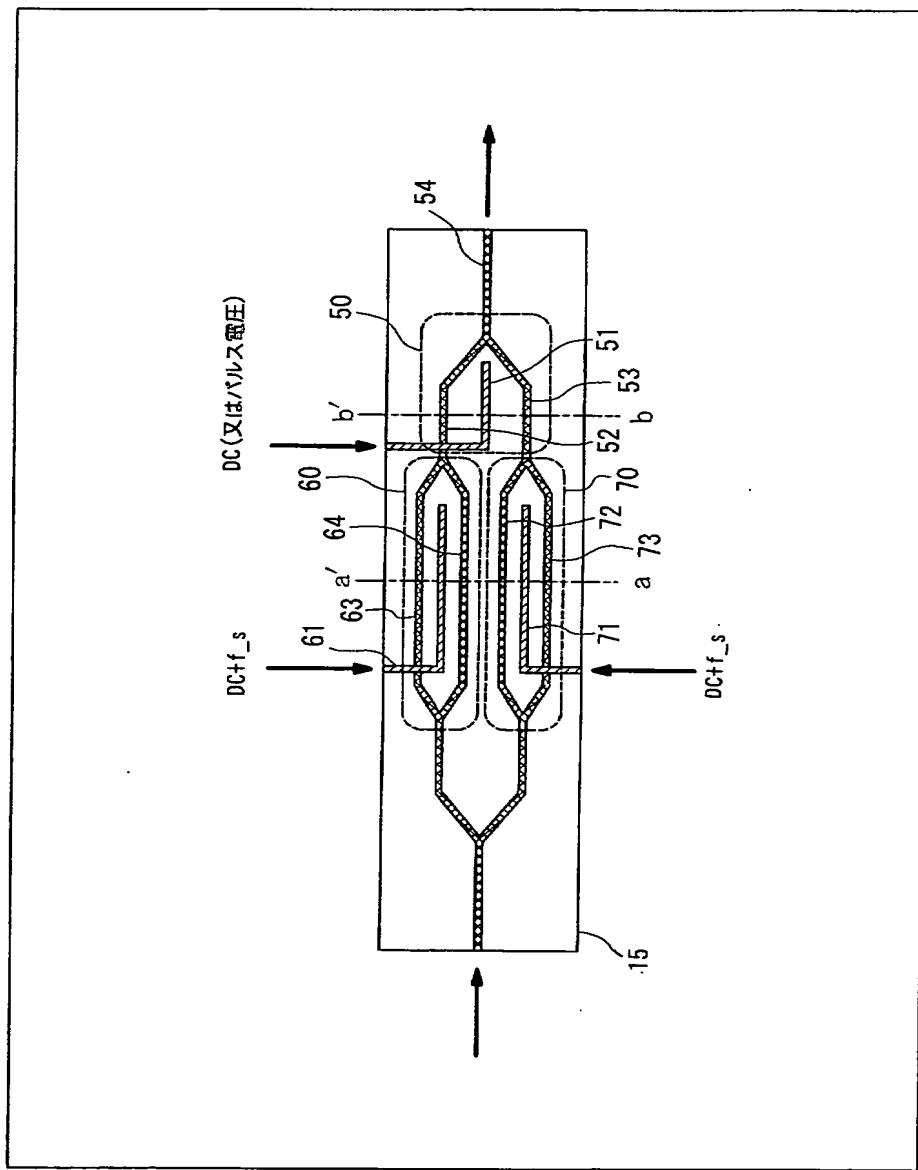
第3図



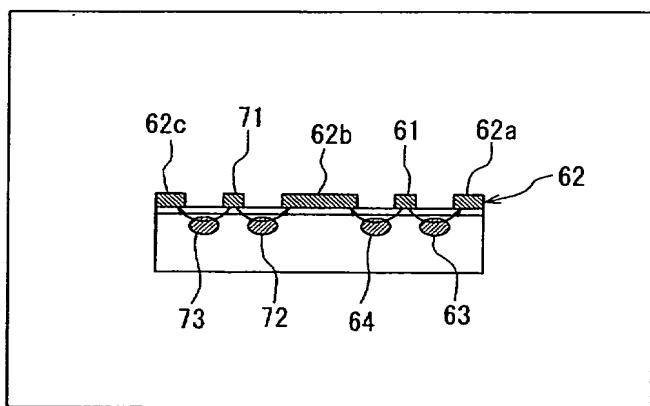
第4図



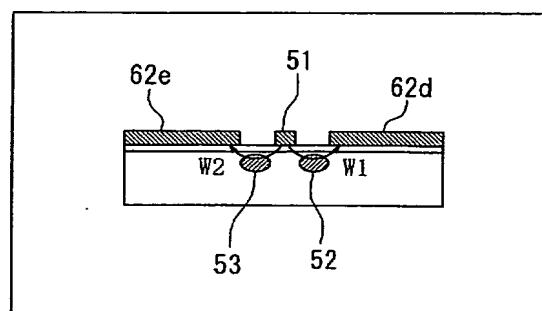
第5図



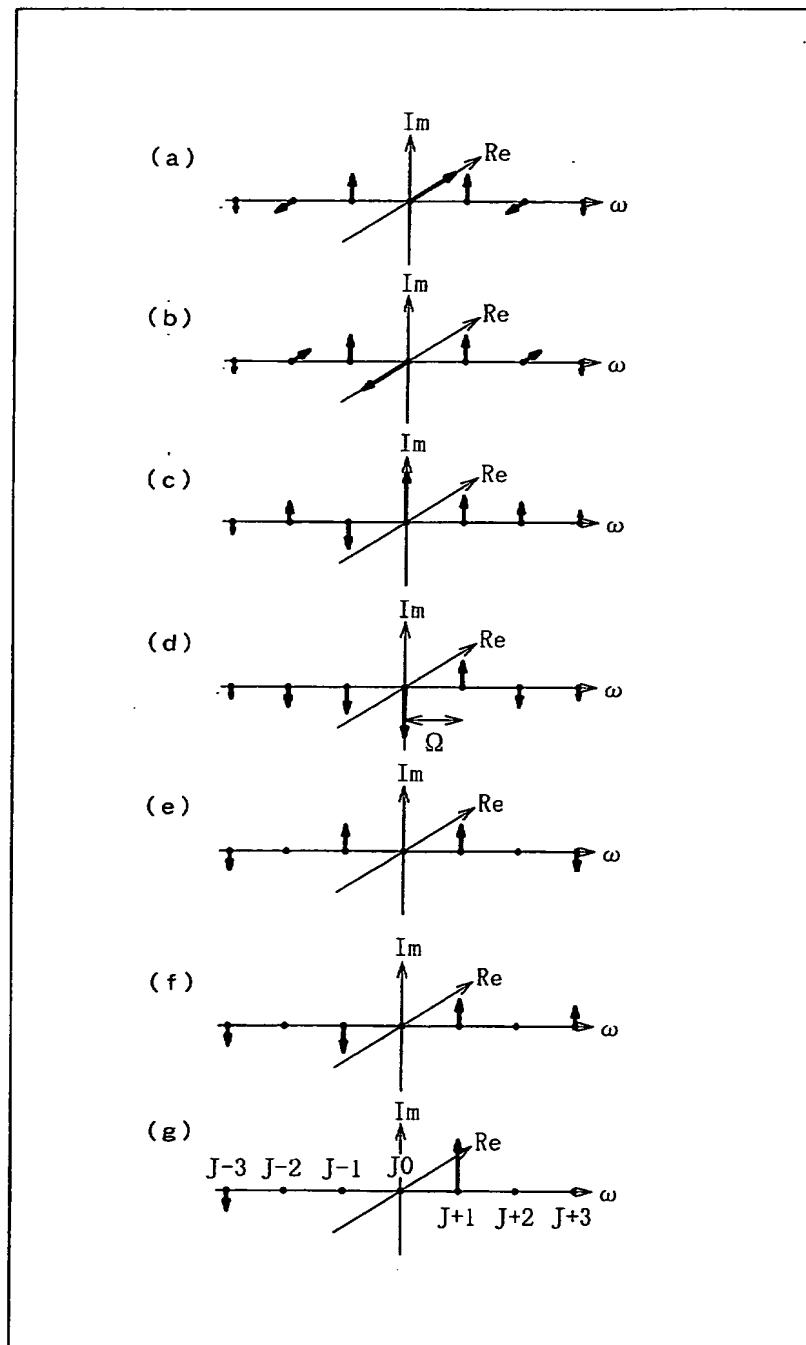
第6図



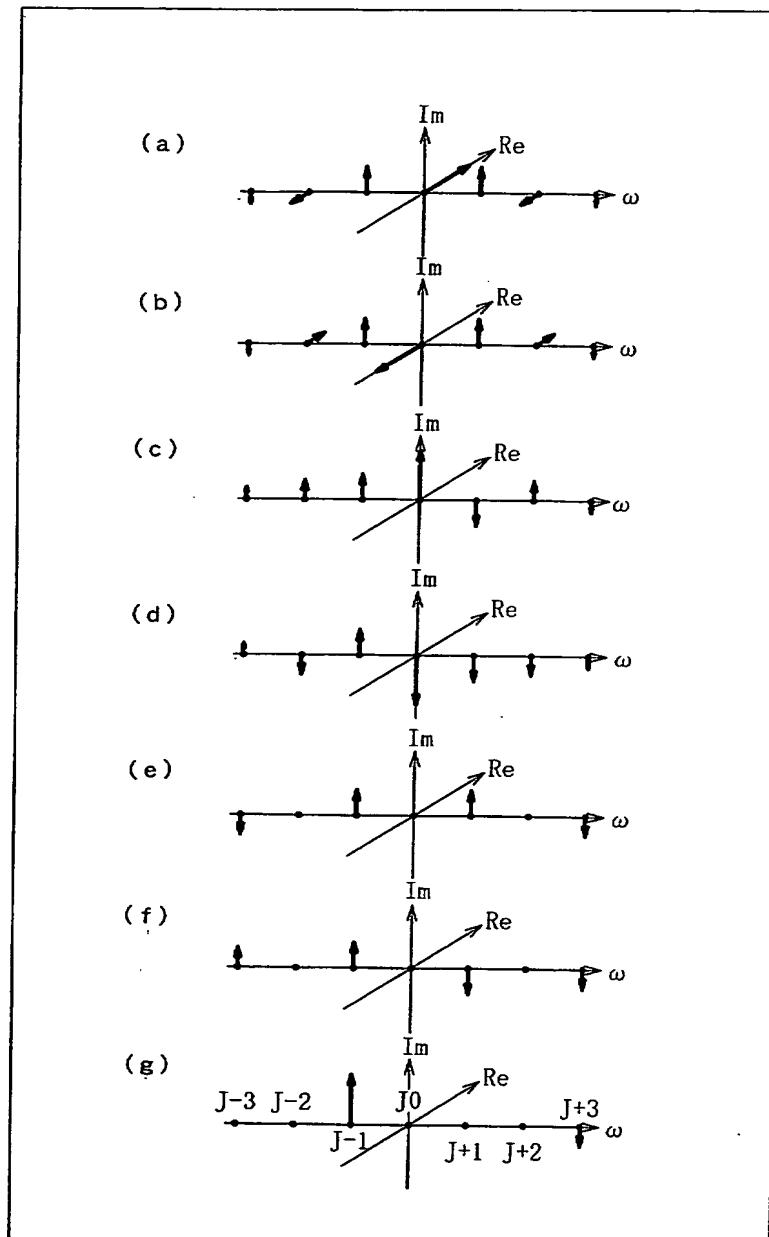
第7図



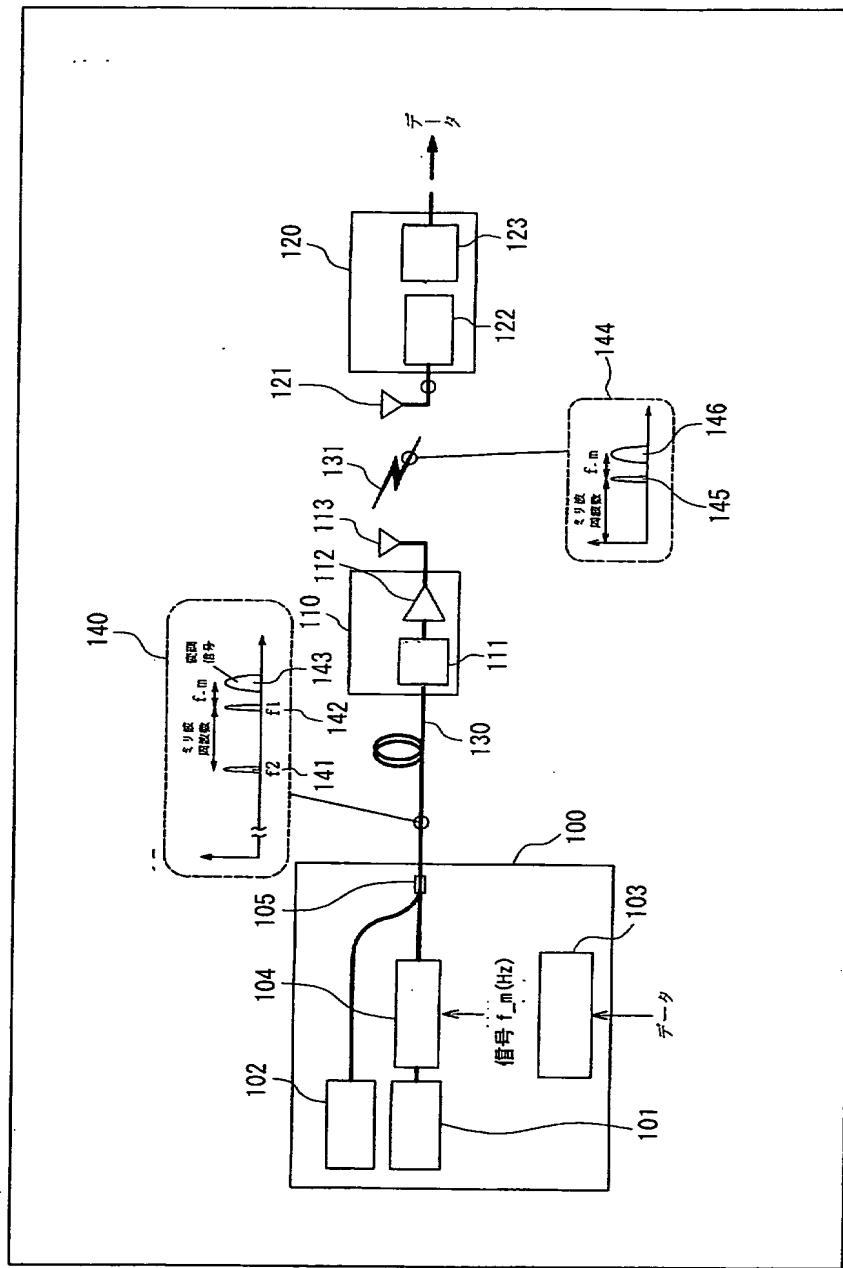
第8図



第9図



第10図



符号の説明

- 1 0 基地局
- 1 1 第1レーザ光源
- 1 2 第2レーザ光源
- 1 3 中間周波数帯信号発生器
- 1 4 光変調器
- 1 5 周波数シフタ
- 1 6 DC電源器
- 1 7 マイクロ波発振器
- 1 8 光混合器
- 2 0 リモートアンテナ局
- 2 1 光電気変換器
- 2 2 増幅器
- 2 3 アンテナ
- 3 0 受信端末
- 3 1 アンテナ
- 3 2 検波器
- 3 3 信号復調器
- 4 0 光ファイバ伝送路
- 4 1 無線伝搬路